

## La eficiencia del equilibrio competitivo a la luz de la hipótesis de las expectativas racionales.

---

**Gonzalo Rodríguez Prada**

*Departamento de Teoría Económica.  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.  
Universidad de Alcalá de Henares.  
Plaza de la Victoria, 3 — Alcalá de Henares (Madrid)*

Este artículo analiza el estado actual de la teoría del equilibrio del mercado en presencia de información asimétrica. Las características esenciales de los modelos que investigan las implicaciones de los mecanismos walrasianos para la estructura de los precios de equilibrio son analizadas, junto con el estado actual del pensamiento en torno a la hipótesis de los mercados eficientes. El artículo muestra la importancia de la incertidumbre endógena (keynesiana) en torno a los precios, en relación con la incertidumbre exógena (tradicionalmente asociada al modelo de Arrow-Debreu) acerca de los estados de naturaleza, y pone de relieve que la incertidumbre endógena es por sí misma una causa de asignaciones no eficientes y una fuente de fracasos en la coordinación macroeconómica. Finalmente se argumenta que el modelo walrasiano no es apropiado para evaluar adecuadamente la eficiencia informacional del sistema de precios, dado que los agentes walrasianos ignoran la información contenida en el precio de futuros y forman sus demandas utilizando solamente la información privada de que disponen. Llegamos a la conclusión de que el modelo walrasiano es inapropiado cuando existe diversa información sobre el futuro, y cuando el valor de una decisión con riesgo tomada en el momento presente depende de la información poseída actualmente por otros agentes.

This paper analyzes the current state of the theory of market equilibrium under asymmetric information. The essential features of the models that investigate the implications of the walrasian mechanisms for the equilibrium structure of prices are reviewed, along with the current state of thinking about the efficient market hypothesis. The paper stresses the importance of endogenous (keynesian) price uncertainty, relative to the standard (Arrow-Debreu) exogenous uncertainty about states of nature, and emphasizes that endogenous price uncertainty is by itself a cause of non-efficient allocations and a source of failures in macroeconomic coordination. Finally, I argue that the walrasian model is not one in which the informational efficiency of the price system can be properly evaluated, because walrasian traders ignore the information content of the futures price and form their demands using only their own private information. We conclude that the walrasian model is unsuitable when there is diverse information about the future and when the worth of a current risky decision to each trader in the economy depends on other traders current information.

## INTRODUCCION

El sistema de precios ha sido tradicionalmente considerado como una institución social que detecta la existencia de recursos escasos y alerta al sistema económico para que reaccione ante la aparición del fenómeno de la escasez, propiciando una asignación eficiente de los recursos.

Tradicionalmente se ha atribuido al sistema de precios, en el marco de una economía competitiva, la capacidad de transmitir eficientemente la información disponible (a partir de la cual los agentes toman decisiones que permiten una asignación eficiente de los recursos). Sin embargo el marco analítico en el que convencionalmente se estudia el sistema de precios no es apropiado para evaluar su eficiencia informacional.

La "mano invisible" de A. Smith, el "subastador" walrasiano o la "ley de la oferta y la demanda" de Walras, o de Marshall sólo responden de forma indirecta y deficiente cuestiones fundamentales para comprender el funcionamiento del sistema de precios. El problema fundamental es que, dada la carencia de un enfoque analítico adecuado para tratar cuestiones tales como el papel de los precios en la transmisión y agregación de la información disponible, y a través de que mecanismos esa información es utilizada por los agentes a la hora de tomar decisiones, esos conceptos se superponen a la explicación de los problemas planteados: sabemos lo que hacen y para lo que sirven pero no *como* lo hacen. Por ejemplo, sabemos que el mercado es un proceso que proporciona información a los agentes participantes en el mismo. La *mano invisible-subastador-ley de la oferta y la demanda* conduce a un sistema de precios de equilibrio que vacían los mercados a la vez que coordinan de

forma descentralizada las actuaciones de los agentes económicos.

El "subastador" es la "externalidad" creada por el mercado para transmitir eficientemente a los agentes económicos la información necesaria para alcanzar ese equilibrio. La misión de este árbitro (ajeno a cualquiera de los agentes que intervienen en el intercambio) es anunciar al azar un sistema de precios y de niveles de producción y detectar si la respuesta de los demandantes y oferentes en el mercado conduce al equilibrio. El proceso sólo se suspende cuando el equilibrio se alcanza. Aunque el funcionamiento de los mercados de activos —caracterizables como mercados de subasta— pudiera ser adecuadamente descrito por el proceso de *tatônnement* asociado al subastador en el marco de una economía de intercambio puro, el papel del subastador es bastante más difícil de conceptualizar en una economía con producción. Sin embargo, no es, por supuesto, su deficiente capacidad de representación de la realidad lo que condena a la figura del subastador.

Implícitamente la teoría del *tatônnement* walrasiano no exige que los agentes económicos tomen los precios suministrados por el subastador como datos. Hayek (1945) afirmó que, efectivamente, los individuos reaccionan ante un precio relativamente más alto o más bajo sin necesidad de saber de que factores exógenos dependen los movimientos de los precios y argumentó que esta era la esencia de un sistema de precios descentralizado y competitivo. Entonces la única información que los precios transmiten es que, cuando son más altos, los bienes son más escasos, lo que induce a los agentes a consumir menos y producir más del bien en cuestión. Las funciones de demanda y oferta (obtenidas por agentes que maximizan sus funciones objeto) revelan el grado en que las cantidades de equilibrio cambian cuando lo hacen los precios.

En un mundo que ha alcanzado el estado estacionario esa podría ser una correcta descripción del papel del sistema de precios. Sin embargo, si la incertidumbre juega un papel relevante las expectativas con respecto al futuro influirán en las acciones corrientes y, por tanto, los precios actuales deberán informar a los agentes acerca del estado de las expectativas. Se necesita, pues, junto a un modelo de determinación de los precios un mecanismo de formación de las expectativas que explique de que manera el futuro afecta a las decisiones corrientes. Si la utilización del modelo (correcto) por los agentes da lugar a decisiones que repliquen las expectativas, el mecanismo de formación de las expectativas es racional.

Marshall desarrolló una teoría del "largo plazo" en la que la estimación de los precios relativos futuros dependía de la estimación de los determinantes de los mismos. El supuesto de que los agentes económi-

cos actúan *como si* conociesen el modelo correcto está precisamente en la base de la hipótesis de las expectativas racionales (HER), introducida muy posteriormente por Muth (1961).

Hicks (1939) introdujo el concepto de *previsión perfecta*, que constituye el antecedente inmediato de la HER. En condiciones de predicción perfecta la anticipación de un vector de precios futuros afecta a la regla de decisión de los agentes económicos de tal forma que el precio de equilibrio resultante es precisamente el precio anticipado por los agentes.

El problema fundamental de este concepto de equilibrio es que no se admite la posibilidad de que los agentes económicos cometan errores. La HER permite, sin embargo, afrontar el problema de la predicción de los estados de naturaleza de la economía y la predicción del impacto de esos estados en las acciones de otros agentes. Cuando el conjunto de información de los individuos incluye información sobre las estrategias de los otros agentes económicos, los modelos con expectativas racionales (ER) conducen a resultados radicalmente diferentes de los producidos por los modelos de origen walrasiano. En los apartados siguientes estudiaremos la naturaleza de estas diferencias y las implicaciones de la HER para la eficiencia del equilibrio competitivo.

#### CARACTERÍSTICAS DE UN EQUILIBRIO CON EXPECTATIVAS RACIONALES

Si la economía dispone de un conjunto completo de mercados los precios spot alcanzados en el futuro son conocidos en el presente y la incertidumbre puede ser eliminada completamente.

Los mercados de futuros proporcionan el marco en el que los agentes que invierten en la recogida y análisis de la información acerca de los estados de naturaleza futuros pueden obtener beneficios en la forma de ganancias de capital.

La existencia de mercados de futuros da lugar a un sistema de precios susceptible en principio de reflejar la información disponible acerca de los estados de naturaleza futuros y de transmitir por tanto esa información desde los agentes informados a los que no lo están.

Por tanto las expectativas de los agentes acerca del vector de precios de equilibrio futuro estarían basadas en: (a) la historia pasada de los precios si y sólo si los shocks (exógenos) responsables de la variabilidad de los precios estuvieran correlacionados en el tiempo; y (b) el vector de precios resultante del intercambio (de información) en los mercados de futuros.

Existen dos tipos de cuestiones fundamentales, desde el punto de vista de la eficiencia del equilibrio competitivo, asociadas al sistema de precios generados por los mercados de futuros: (a) ¿hasta qué punto dichos precios *transmiten* la información disponible acerca de los estados futuros a los agentes no informados?; y (b) ¿hasta qué punto dichos precios *agregan* la información poseída por cada uno de los agentes informados?.

La respuesta a esta cuestión depende de la caracterización estocástica de la economía. Si la economía fuese esencialmente determinística el papel de los precios como señales que agregan y transmiten información sería nulo. El único papel jugado por los precios en estas circunstancias es el de formar parte de la restricción presupuestaria de los agentes económicos, como ocurre en los modelos marshallianos y walrasianos clásicos. En los modelos no estocásticos el equilibrio competitivo es eficiente en el sentido de Pareto (suponiendo la convexidad de las preferencias). Los agentes económicos toman sus decisiones, dado el vector de precios de equilibrio, exclusivamente en base a sus preferencias y su tecnología, y al margen de las preferencias, dotaciones de recursos, y tecnología de los otros agentes.

En presencia de incertidumbre el sistema de precios de equilibrio depende de los estados de naturaleza ocurridos. Entonces la *inversión* de la función de precios puede proporcionar a los agentes información sobre los verdaderos valores de los shocks que afectan a la economía. Pero incluso si la función de precios no es invertible los agentes no informados pueden condicionar el cálculo de los precios de equilibrio futuros a la función de precios correspondiente al período actual.

Un punto clave en el razonamiento anterior es que el vector de precios de equilibrio es un vector de variables aleatorias (un vector de funciones de los estados de naturaleza o de los shocks exógenos de los que los precios dependen).

Un sencillo modelo bastará para ilustrar este punto. Sea  $\tilde{\epsilon}_t$  una variable aleatoria que sumaría los shocks que afectan a la demanda de output  $Q_t$ . La función de demanda es pues:

$$\tilde{P}_t = D(Q_t, \tilde{\epsilon}_t) \quad (1)$$

Si la producción tiene lugar con el retraso de un período de forma que las decisiones en torno al óptimo nivel de output son tomadas en el período  $t-1$ , tendremos:

$$Q_t = S(E(\tilde{P}_t / \Omega_{t-1})) \quad (2)$$

donde  $S$  puede ser considerada como la inversa de la función de costes marginales, y  $\Omega_{t-1}$  es el conjunto de información disponible en el período  $t-1$  sobre el que se basa la expectativa matemática de  $P_t$ .

La función de precios de equilibrio es, pues:

$$\tilde{P}_t = D(S(E(\tilde{P}_t/\Omega_{t-1})), \tilde{e}_t) \quad (3)$$

Si la solución de esta ecuación viene dada por un número  $P^*$ , tal que<sup>1</sup>,

$$P^* = D(S(P^*), \tilde{e}_t) \quad (4)$$

entonces obtenemos un equilibrio con previsión perfecta (EPP), puesto que los productores anticipan  $P^*$  y toman decisiones de producción  $S(P^*)$ , que dan lugar a un precio en el período siguiente, que es una variable aleatoria  $D(S(P^*), \tilde{e}_t)$  cuyo valor esperado es  $P^*$ .

La caracterización de  $P^*$  como un EPP es debida a que ha sido obtenido asumiendo implícitamente que el conjunto de información ( $\Omega_{t-1}$ ) que condiciona la decisión con respecto a  $Q_t$  es de carácter *exógeno*, es decir:

$$Q_t = S(E(\tilde{P}_t/\Omega_{t-1})) = S(E(\tilde{P}_t)) = S(P^*) \quad (5)$$

Muth (1961) donominó a  $P^*$  como el precio de equilibrio con expectativas racionales (EER).

La dificultad con esta definición es que la distribución de probabilidad de los precios futuros es independiente de cualquier información endógena suministrada, por ejemplo, por el vector de precios de equilibrio existente en el momento presente. En este sentido la aportación de Muth no añade nada nuevo a los desarrollos realizados por los teóricos walrasianos, ya que los agentes económicos ignoran totalmente la información en torno a los estados de naturaleza contenida en el vector (conocido) de precios de equilibrio.

El siguiente paso decisivo lo dió Lucas (1972) al caracterizar un EER como un equilibrio en el que la función de las expectativas de los precios futuros incorpora la información endógenamente suministrada por los precios actuales.

Un equilibrio con ER participa de la noción de *equilibrio secuencial*, caracterizado porque si bien las decisiones tomadas en  $t$  configuran el estado de la economía en  $t=1$  la existencia de "sorpresas" no inclui-

1. El precio de equilibrio puede caracterizarse como una variable aleatoria cuyo valor esperado es un *punto fijo* de esta ecuación de equilibrio.

das en el conjunto de información disponible en  $t$  generan precios de equilibrio que vacían los mercados en  $t = 1$ , pero que afectan a las reglas de decisión de los agentes del período  $t = 1$  y por tanto al estado de la economía en  $t = 2$ . Una visión alternativa ha sido ofrecida por Radner: "La economía estará siempre en desequilibrio en el sentido de que los mercados nunca (o raramente) se vacían. Sin embargo tal proceso estocástico podría estar en equilibrio en el sentido de ser estacionario"<sup>2</sup>.

Si suponemos la existencia de previsión perfecta, y si atribuimos a los agentes expectativas de precios comunes, introducimos implícitamente el supuesto que garantiza la coordinación de las decisiones individuales. Si por el contrario intentamos modelizar el equilibrio competitivo en condiciones de incertidumbre prescindiendo de la hipótesis de predicción perfecta tenemos que afrontar el problema de la determinación de la función de expectativas de los precios así como el de la transmisión y agregación de la información en los mercados competitivos en presencia de diferencias en la información poseída por los agentes económicos.

En este marco es posible considerar el problema de la predicción de la influencia de los estados de naturaleza sobre las acciones de los otros agentes, es decir, del problema de coordinación que surge cuando las estrategias de los demás agentes forman parte del conjunto de información de cada individuo.

#### DIFERENCIAS EN LAS PREFERENCIAS VERSUS DIFERENCIAS INFORMACIONALES

La existencia de los mercados de futuros se explica como consecuencia de un "motivo precaución" y de un "motivo especulación" de los agentes económicos. El primero surge cuando el comportamiento de los agentes está caracterizado por la existencia de aversión al riesgo y desaparece si todos los agentes son neutrales frente al riesgo. El segundo surge como consecuencia de la existencia de diferencias en la información poseída por los agentes económicos.

La introducción de mercados de futuros afecta a los coeficientes de las funciones de demanda de inventarios y de producción relevantes (excepto en el caso extremo de que todos los individuos sean neutrales frente al riesgo).

La disminución de la incertidumbre originada por estos mercados aumenta la respuesta de las variables de decisión correspondientes al grupo de agentes aversos al riesgo y, en este sentido, la actividad especu-

lativa en los mismos es estabilizadora.

En general, sin embargo, la introducción de un mercado de futuros afecta al precio spot futuro esperado por los agentes y a la varianza de éste de forma indeterminada, "en parte debido a los problemas de no existencia que surgen debido a la no linealidad del modelo subyacente y en parte debido a la intratabilidad de las expresiones relevantes"<sup>3</sup>

La reducción del nivel de output de equilibrio, y el aumento de los beneficios, caracteriza a un mercado competitivo en el que el comportamiento medio de los agentes esté caracterizado por la aversión al riesgo, respecto de una situación alternativa en la que los agentes fuesen neutrales frente al riesgo. Estos resultados se asemejan de algún modo a los que se siguen de la introducción de elementos monopolísticos en mercados previamente competitivos. Sin embargo el argumento anterior no tiene en cuenta que, en presencia de actitudes de aversión frente al riesgo, existirá un incentivo para crear mercados de futuros en número suficiente para reducir la incertidumbre de los agentes hasta el punto de que los niveles de producción aumenten hasta alcanzar los niveles competitivos "sin riesgo" y los beneficios puros sean, por término medio, iguales a cero.

Es posible, sin embargo, explicar el intercambio en los mercados de futuros al margen de la existencia de diferencias en las preferencias —actitudes frente al riesgo— de los agentes económicos. Las *diferencias informacionales* pueden, por sí mismas, explicar la creación de nuevos mercados. Sin embargo, en ocasiones, la existencia de información asimétrica puede ser la principal responsable de que los mercados contingentes permanezcan inactivos. Por esos es preciso caracterizar exactamente el papel de las diferencias informacionales en la creación de nuevos mercados.

#### INFORMACION ENDOGENA VERSUS INFORMACION EXOGENA

La existencia de incertidumbre *exógena*, es decir, de estados de la naturaleza independientes de las actuaciones de los agentes económicos (por ejemplo, incertidumbre meteorológica) proporcionará los incentivos necesarios para la creación de mercados contingentes. La existencia de información asimétrica y los fenómenos de "moral hazard" ligados a la misma limitarán de hecho el nivel de actividad (y en ocasiones llega-

3. Véase Turnovsky (1983), p. 1384. Este autor analiza algunos casos especiales que producen la conclusión de que la actividad especulativa en los mercados de futuros tiene carácter estabilizador. Si las funciones de demanda son lineales y la función de costes es cuadrática entonces el equilibrio existe y es único. En otras circunstancias surge la posibilidad de que existan múltiples EER.



rán a eliminarlo totalmente en los mercados contingentes).

La existencia de información diferencial acerca de los estados de naturaleza en estos modelos no presenta grandes problemas. Dado que el intercambio neto entre dos grupos de agentes económicos depende de la información que es común a ambos, las diferencias informacionales entre los agentes conducirá a una reducción en el número de mercados necesarios<sup>4</sup>. En este contexto la existencia de información diferencial es simplemente debido a las limitaciones de cálculo que tienen los agentes económicos.

Un problema más importante surge cuando los agentes económicos reciben información no sólo acerca de los estados de naturaleza sino también acerca del comportamiento de otros agentes. Entonces el “razonamiento estratégico” es tomado en cuenta a la hora de la toma de decisiones por parte de los individuos. Esta interdependencia introduce externalidades en las reglas de decisión de los agentes que pueden impedir la existencia de equilibrio incluso cuando la economía dispone de un conjunto completo de mercados de futuros.

Keynes fue el primero en negar la capacidad de los precios para actuar como coordinadores generales de los planes de los agentes situados en un contexto de incertidumbre en torno a los estados de naturaleza<sup>5</sup>. En presencia de “razonamientos estratégicos” los individuos, aun cuando formen sus expectativas racionalmente, no toman sus decisiones en base a ellas sino en base al grado de confianza que tengan en dichas expectativas, el cual se ve afectado por la incertidumbre en torno a las estrategias de los otros agentes. La aparición de burbujas especulativas y la extrema volatilidad de las expectativas deben explicarse por tanto en el marco de una teoría que admita que las estrategias de los otros agentes forman parte del conjunto de información de cada individuo. En este marco surge la posibilidad de *fracasos* en la coordinación macroeconómica y es necesaria una reformulación del concepto de equilibrio que refleje el carácter secuencial de las economías actuales. Se necesita entonces un equilibrio de planes, precios y expectativas de precios.

Si los individuos (aversos al riesgo) no pueden asegurarse totalmente contra el riesgo —de modo que su renta esperada sea la misma en todos los estados de la naturaleza posibles— *transmitirán* parte de esa incertidumbre a los otros agentes a través de su actuación en el mercado. Por ejemplo, si la permanencia de incertidumbre exógena afecta las preferencias de los agentes —en el espíritu del capítulo XII de la “Teoría General” de Keynes— y las mismas son inobservables para los otros

4. Véase Radner (1968), p. 49. Por otra parte no hay necesidad de contratos que dependan de información no disponible a ningún agente económico.

5. Véase Keynes (1936), cap. XII.

agentes, entonces la incertidumbre exógena da lugar a un nuevo tipo de incertidumbre, que llamaremos incertidumbre *endógena*.

La incertidumbre en las preferencias sólo se manifiesta en la incertidumbre existente en torno a la demanda de cada agente y en torno a los precios de equilibrio del mercado. Por lo tanto, los precios de equilibrio futuros serán variables aleatorias y las expectativas de los agentes acerca de los mismos influenciarán sus decisiones en el presente.

En presencia de información costosa y, por tanto, de diferencias en la información, suponiendo que las preferencias de los agentes están dadas, cada agente se verá afectado por la existencia de incertidumbre en torno a las actuaciones de los otros agentes.

La existencia de información diferencial es, por consiguiente, una fuente importante de incertidumbre endógena y proporciona un incentivo para la creación de mercados de futuros. Los precios de futuros revelarán, en ese caso, información acerca de las decisiones de oferta y demanda que los otros agentes esperan tomar en el futuro. Las expectativas sobre los precios spot alcanzados en el futuro, reflejadas de alguna forma en el vector de precios de futuros, influenciarán las decisiones de los agentes en el presente.

Esta estructura teórica establece que la existencia de incertidumbre endógena (con independencia de si existe o no incertidumbre exógena), con respecto al vector de precios spot futuros, es una característica fundamental de las economías de mercado en las que las decisiones son de naturaleza intertemporal y se toman de forma descentralizada.

Sobre esta estructura se han construido los modelos de equilibrio con expectativas racionales que tienen por objeto analizar el papel del sistema de precios como conjunto de señales de la información disponible y la eficiencia informacional de un EER<sup>6</sup>.

#### LA DIMENSION DEL VECTOR DE PRECIOS EN EQUILIBRIO

La HER implica que los agentes económicos forman sus expectativas eficientemente, es decir, realizan sus previsiones sobre la base de toda la información disponible. Sin embargo la HER no implica la existencia de homogeneidad de las expectativas. Como Muth ha señalado, la HER "no afirma que el trabajo de cómputo de los empresarios se parezca a un sistema de ecuaciones; ni establece que las predicciones de los empresarios son perfectas o que sus expectativas son todas iguales"<sup>7</sup>

6. En esta estructura también se basan los modelos secuenciales de equilibrio temporal —examinados por Grandmont (1977). La existencia de una secuencia de equilibrios temporales y las propiedades de eficiencia de los mismos han sido estudiados por Svensson (1981).

7. Véase Muth (1961), p. 5.

Si la información es costosa y existe, por tanto, un acceso diferencial a la información, las expectativas de los agentes económicos no serán homogéneas. En estas circunstancias no hay ninguna razón *a priori* para que los precios reflejen instantáneamente toda la información relevante, como sugiere la hipótesis de los mercados eficientes (HME). El conocimiento —garantizado por la HER— de la ecuación que determina los precios corrientes como una función del estado de la economía, no proporciona en general una señal perfecta de la información relevante para la determinación de las expectativas de los precios futuros.

La inexistencia de mercados eficientes surge desde el momento en que la utilización de información al margen del sistema de precios podría mejorar las predicciones de individuos. El incentivo para realizar inversiones en información se ve limitado por la restricción presupuestaria de los agentes, dada la existencia de costes asociados a la obtención de información.

La transmisión eficiente de la información de los agentes informados a los no informados está limitada por la existencia de costes de transacción que restringen la creación de mercados contingentes adicionales. La dimensión del vector de precios es así limitada y constreñida a ser, en general, inferior a la dimensión del espacio de señales relevante.

Las intuiciones implícitas en el razonamiento anterior han sido desarrolladas en el marco de modelos de equilibrio con ER.

Grossman (1978) ha mostrado que si la distribución conjunta de las perturbaciones y de los rendimientos futuros es normal y las funciones de demanda satisfacen determinadas condiciones de monotonicidad, entonces los precios de equilibrio satisfacen la HME con independencia del número de perturbaciones (del que depende la dimensión del espacio de las señales) que afectan a los mercados competitivos.

Radner (1979) estableció que el equilibrio competitivo es consistente con la HME si el número de perturbaciones que afectan al sistema es finito, y Allen (1981) extendió sus resultados al caso de una dimensión infinita del espacio de las señales.

Jordan (1983) ha mostrado recientemente que el equilibrio de mercado es generalmente inconsistente con la HME excepto en un número matemáticamente despreciable de casos especiales.

Los modelos que dan lugar a resultados de consistencia entre un EER y la HME suponen implícitamente que: a) toda la información es pública; y b) no existen costes de transacción ligados a la creación de nuevos mercados.

Generalmente este resultado se obtiene a partir de un modelo en el que los agentes disponen de fuentes de información diferentes y la dimensión del vector de precios es menor que la dimensión del vector de información disponible para el conjunto de los agentes. El vector de

precios de equilibrio corresponde a algún agregado del conjunto de las fuentes de información individuales. Entonces hay que examinar la naturaleza de esa correspondencia para determinar el grado en que los precios reflejan la información disponible.

El modelo utilizado generalmente para estudiar el proceso a través del cual los precios *agregan* la información disponible en el mercado —una variante de los modelos a la Grossman— parte de la consideración de agentes aversos al riesgo que venden su output  $q_i$  en el mercado spot y que operan simultáneamente en el mercado de futuros. La estructura matemática del modelo se desarrolla en el Apéndice.

Sus decisiones en torno a dichas operaciones dependen de sus expectativas acerca del precio spot futuro,  $\tilde{P}_f$ , que prevalecerá en el mercado. Si el precio de futuros  $P^F$ , es un estadístico suficiente de la información acerca del precio spot futuro —lo que ocurre cuando el EER es equivalente a un equilibrio con predicción perfecta— los agentes no tendrán incentivos para realizar inversiones en información cuando existen costes asociados a la adquisición de la misma.

En el marco de ese modelo este resultado se alcanza *suponiendo* que si los individuos tienen información privada acerca de su output entonces el precio de futuros es capaz de agregar toda la información disponible en torno al nivel agregado del output. Es decir, si los mercados son eficientes, entonces  $E(\tilde{P}_f/Q) = f(P^F(\tilde{Q}))$ , y utilizando algunas propiedades elementales de las expectativas condicionadas tenemos que:

$$E(\tilde{P}_f/q_i, P^F(\tilde{Q})) = E[E(\tilde{P}_f/Q)/q_i, P^F(\tilde{Q})] = E[f(P^F(\tilde{Q})/q_i, P^F(\tilde{Q}))] = f(P^F(\tilde{Q})) = E(\tilde{P}_f/Q) \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{VAR}(\tilde{P}_f/q_i, P^F(\tilde{Q})) &= E[(\tilde{P}_f - E(\tilde{P}_f/q_i, P^F(\tilde{Q})))^2] = \\ &= E((\tilde{P}_f - E(\tilde{P}_f/Q))^2) = \text{VAR}(\tilde{P}_f/Q) \end{aligned}$$

lo que equivale a decir, en términos de dicho modelo, que el conocimiento de  $P^F$  permite a cada agente distinguir perfectamente entre las perturbaciones globales y los shocks que afectan específicamente a su nivel de output.

Por tanto, la expresión anterior implica que el precio de futuros es un estadístico suficiente para informar a cada agente acerca de su propio nivel de output. Es decir:

$$E(\tilde{q}_i/Q) = E(\tilde{q}_i/P^F(\tilde{Q})) \quad (7)$$

Estos resultados implican que  $P^F$  es, efectivamente, un estadístico suficiente de  $\tilde{P}_f$  porque  $P^F$  es una función que depende *exclusivamente* de  $\tilde{Q}$ .

Por consiguiente cada agente puede invertir esa función y obtener información acerca de  $Q$ . Si la estructura lineal de la función de demanda es conocida por los agentes dicha información revelará a su vez el valor de  $\tilde{P}_f$ . Si  $P^F$  es un estadístico suficiente de  $\tilde{P}_f$  cada agente ignorará su propia información, ya que cualquier aspecto de la información privada que no esté contenido en el precio será considerada como "ruido" y desestimada por cada agente como información relevante. En ese caso no está claro por qué el precio debería reflejar en primer lugar la información privada disponible. En particular el modelo explica la dependencia funcional  $P^F = P^F(\tilde{Q})$  sobre la base de que el mercado agrega perfectamente la información privada. En este sentido los resultados del modelo deberían ser interpretados del siguiente modo: si los precios agregan perfectamente toda la información disponible entonces un EER es consistente con la hipótesis de los mercados eficientes. Lo cual no es más que una tautología desprovista de contenido informativo.

En definitiva, los modelos *a la* Grossman dan lugar a dos paradojas cuya resolución es necesaria si queremos comprender el papel de los precios como agregadores y transmisores de la información disponible.

En primer lugar, si los precios reflejan perfectamente la información desaparece el incentivo para la obtención de información privada.

En segundo lugar, en presencia de información costosa, el conjunto completo de mercados que proporcionaba un vector de precios informacionalmente eficientes, se vendrá abajo en esa circunstancia.

#### EXISTENCIA DE UN EQUILIBRIO CON EXPECTATIVAS RACIONALES EN PRESENCIA DE INFORMACION ASIMETRICA

El análisis de las paradojas a que conducen los modelos con EER que son consistentes con la hipótesis de los mercados eficientes ha proporcionado un conocimiento más profundo del papel de los precios como señales que revelan información<sup>8</sup>.

Grossman y Stiglitz (1980) han intentado resolver las paradojas implícitas en los modelos *a la* Grossman introduciendo explícitamente en el modelo diferencias informacionales entre los agentes como conse-

8. Los trabajos de Grossman y Stiglitz (1980), Hellwig (1980), Bray (1981), Futia (1981), Svensson (1981) y Milgrom (1981), han contribuido especialmente, desde perspectivas diferentes a una mayor clarificación de este importante problema.

cuencia de la existencia de costes asociados a la obtención de información, los cuales pasan a formar parte de la restricción presupuestaria de los agentes que maximizan su utilidad esperada condicionada a dicha restricción.

Consideremos el modelo descrito en el apartado anterior. Supongamos que  $\tilde{P}_f$  consta de una variable (R) observable a un coste c y una variable (aleatoria),  $\tilde{e}$ , inobservable. Es decir,  $\tilde{P}_f = R + \tilde{e}$ .

Los agentes informados observan R y los no informados observan simplemente  $P^F$ , donde  $P^F = P^F(\tilde{q}, R)$ . Por tanto los agentes no informados no pueden, invirtiendo la función  $P^F$  determinar el valor de  $\tilde{Q}$  (donde,  $\tilde{q} = \tilde{Q}/N$ ) ni de  $\tilde{P}_f$ .

La razón para ello es que los agentes no informados no pueden distinguir el origen de las variaciones de  $P^F$ . De este modo puede ser tenido en cuenta explícitamente el papel que la consideración de las estrategias de los otros agentes introduce a la hora de resolver el problema de la extracción de la información acerca de  $\tilde{Q}$  a partir de la señal  $P^F$ .

La inversión de una cantidad c en la recogida de información permite resolver adecuadamente este problema. La maximización de la utilidad esperada de los agentes informados y no informados (caracterizados respectivamente por los subíndices I y N) permite determinar el vector de precios de equilibrio con ER.

Un EER se alcanza cuando para todo (R,  $\tilde{q}$ ), las demandas "per cápita" igualan las ofertas. Es decir, si k es la fracción de agentes informados de la economía, la ecuación:

$$\tilde{q} = k \cdot q_I(P^F(R, \tilde{q}), R) + (1-k) \cdot q_N(P^F(R, \tilde{q})) \quad (8)$$

define un vector de precios de equilibrio  $P^F(R, \tilde{q})$ .

Dicha función es un *equilibrio* en el sentido de que con el transcurso del tiempo los agentes no informados llegan a conocer la distribución conjunta de  $(P^F, R)$ . A partir de entonces todos los agentes asignan sus recursos y forman sus expectativas de forma que dicha distribución se reproduce a lo largo del tiempo. Sin embargo, aunque el sistema de precios de equilibrio tiene en cuenta el papel de los precios como agregadores y transmisores de la información bajo ER, es fácil mostrar que  $P^F$  es una *señal imperfecta* de la información poseída por los agentes informados.

Si  $P^F$  agregase y transmitiese perfectamente la información disponible, es decir, si los mercados de futuros fuesen informationalmente eficientes, entonces:

$$E(\tilde{P}_f/P^F(R, \tilde{q})) = R \quad (9)$$

en ese caso todos los agentes de la economía estarían informados ( $k = 1$ ).

En el caso límite de que todos los agentes sean agentes no informados el precio del mercado de futuros no contiene información acerca del valor de  $R$ . En consecuencia el precio del mercado de futuros no revela el valor de  $R$  en presencia de información costosa, aun en el caso más favorable en el que todos los agentes estén informados. Un EER puede ser, pues, consistente con la existencia de arbitraje. En este caso, la toma en consideración de la información contenida en el sistema de precios no elimina los incentivos que permiten la existencia de los mercados de futuros y, en este sentido, el EER es estable. La estabilidad del EER se alcanza, en presencia de costes informacionales, cuando existen costes de transacción suficientemente elevados que impiden la existencia de tantos mercados de futuros o mercados contingentes como estados de la naturaleza.

La existencia de costes de transacción asociados al funcionamiento y puesta en marcha de los mercados contingentes impide la creación de nuevos mercados en número suficiente como para eliminar dicha incertidumbre exógena. Por consiguiente los precios son informacionalmente ineficientes. Cuando esto ocurre un EER es consistente con la existencia de agentes plenamente informados.

Un resultado central del modelo es que si todos los agentes están perfectamente informados el precio de futuros es un estadístico suficiente de la información en torno al precio spot futuro, puesto que el error de predicción (correspondiente a la incertidumbre exógena sumariada por la variable aleatoria  $\tilde{\epsilon}$ ) es impredecible en base a la información acerca del precio spot futuro, si la información es costosa. Sin embargo, en el marco de este modelo, todavía existirán incentivos para que los productores obtengan información acerca de su propio output y lo utilicen para reducir la varianza de  $\tilde{q}$ , y reducir, en consecuencia la volatilidad del precio de futuros en torno al valor observado de  $R$  por los agentes informados.

Aunque el precio de futuros sea un estadístico suficiente del precio spot futuro, en general no reflejará la información privada de los agentes en torno a su propio output.  $P^F$  refleja exclusivamente información agregada y no es un estadístico suficiente de la información en torno al output individual de cada agente. En otras palabras, aún cuando si el precio es un estadístico suficiente se verifica que:

$$E(\tilde{P}_f/P^F(\tilde{Q})) = E(\tilde{P}_f/Q) \quad (10)$$

eso no implica que:

$$E(\tilde{q}_i/P^F(\tilde{Q})) = E(\tilde{q}_i) \quad (11)$$

En general el precio de futuros no será un estadístico suficiente del precio spot futuro porque los agentes no informados no pueden distinguir el efecto sobre el precio de futuros de las variaciones causadas por cambios en el conjunto de información de los agentes informados —incertidumbre endógena— de las variaciones exógenas producidas por cambios en la oferta agregada. La conclusión alcanzada por Grossman y Stiglitz (1980) es que si los precios reflejan toda la información disponible, en equilibrio no existirá ningún incentivo para realizar inversiones en la obtención de información que pueda obtenerse a un coste nulo simplemente observando los precios de equilibrio.

Sin embargo, en general existirá un EER con imperfecta información que persistirá en una economía caracterizada por la existencia de costes de información y de costes transacción que impiden que el sistema disponga de un conjunto completo de mercados. Esta conclusión había sido anticipada por Grossman (1976): el sistema de precios puede ser mantenido solamente cuando tiene un nivel de ruido suficiente para que los agentes que adquieren información puedan ocultar esa información a los otros agentes. Cuando esto ocurre algunos agentes querrán saber por qué los precios son, por ejemplo, inusualmente elevados.

Por lo tanto los agentes no se limitarán a observar solamente los precios sino que desearán conocer los determinantes de los mismos.

El origen de las paradojas e inconsistencias de los modelos a la Grossman han sido estudiados desde una perspectiva diferente por Hellwig (1980) y Milgrom (1981).

Un argumento central en dichos modelos es que el mercado será eficiente si el EER coincide con el equilibrio proporcionado por una *economía artificial* en la que los agentes disponen de predicción perfecta. Esto equivale a suponer que  $E(\tilde{P}_f/Q) = f(P^F(\tilde{Q}))$ , lo cual implica que si los agentes obtienen información del precio de mercado, la economía alcanza la misma asignación que si los agentes conocieran el vector de información privada.

En estos modelos, por tanto, la agregación de la información a través de los precios depende solamente de las propiedades estadísticas del vector de información, de tal forma que cualquier aspecto de la información individual de cada agente que no esté contenido en el precio es desechado como “ruido”.

Una implicación es que los agentes no utilizan su información privada en absoluto. Otra es que los agentes se comportan como precio-aceptantes.

Este argumento no está libre, sin embargo, de dificultades concep-



tuales. Hellwig destaca fundamentalmente dos. La primera es que el proceso de agregación de la información es independiente de las preferencias de los agentes. La segunda es que "los agentes de Grossman son ligeramente esquizofrénicos. La covarianza entre el 'ruido' en la información individual y el 'ruido' en el precio no es cero porque el número de agentes es finito, y cada agente ejerce una influencia no despreciable en el precio"<sup>9</sup>. Por tanto, bajo la HER, existe la posibilidad de que los agentes informados conozcan esa covarianza y conozcan, por tanto, cual es su influencia sobre el precio. Sin embargo en estos modelos los agentes son precio-aceptantes "en un sentido nuevo y más amplio: creen que sus acciones no afectaran a la relación de intercambio ni al contenido informacional de los precios"<sup>10</sup>. Es decir, aunque cada agente puede ver su propia información reflejada en los precios, sin embargo cree que no puede manipular los precios ni su contenido informativo.

Por lo tanto, los modelos a la Grossman no captan la idea de que los agentes "reaccionan a su información privada y *por consiguiente* el precio de equilibrio refleja algún agregado del vector de información"<sup>11</sup>. En consecuencia es necesario en esos modelos, al igual que en los modelos walrasianos, introducir la figura de un *subastador* que conozca el vector de información privada. Sólo en ese caso la idea de que los precios agregan perfectamente la información disponible es consistente con la implicación de los modelos *a la* Grossman de que los agentes no utilizan *por tanto* su información privada. En ese caso ningún agente puede influenciar la distribución de los precios, pero las decisiones de cada agente están basadas en dicha distribución y el comportamiento colectivo de todos los agentes reproduce la misma.

El argumento del subastador carece de la sofisticación necesaria para explicar el proceso de ajuste que conduce al vaciamiento de los mercados y está plagado de contradicciones internas. En realidad la hipótesis de que los agentes son precio-aceptantes implica, desde la perspectiva de la HER, que los precios revelan toda la información disponible ya que solamente en ese caso la información privada de los agentes no tendrá ningún efecto sobre los precios y el incentivo para que abandonen su cualidad de precio-aceptantes será suficientemente pequeño. Pero entonces, de nuevo, no tendrán ningún incentivo para utilizar su información privada y la capacidad informativa del sistema de precios se reducirá hasta que, en el límite, sea eliminada.

La figura del subastador desvirtúa la naturaleza del problema de la agregación y transmisión de la información por el sistema de precios al convertirlo de hecho, en un no-problema. Si los individuos son racionales

9. Véase Hellwig (1980), p. 479.

10. Véase Milgrom (1981), p. 922.

11. Véase Hellwig (1980), p. 478.

les y suficientemente sofisticados como para conocer ese proceso, es decir, como para sustituir al subastador, y los precios son señales eficientes de la información disponible, la iniciativa privada en la producción de información desaparecería.

En ese caso la información aparece como un *bien público*, y por tanto el mercado producirá una cantidad de la misma inferior a la deseada socialmente. En consecuencia la ineficiencia informacional del sistema de precios, causada por la existencia de incertidumbre, es consistente con la noción de EER.

En principio, pues, la solución de Grossman y Stiglitz participa de las dificultades conceptuales de los modelos *a la* Grossman. Sin embargo algunos supuestos adicionales permiten que dicha solución se vea libre de ellos.

Implicítamente los modelos en la línea del desarrollado por Grossman y Stiglitz suponen que el proceso de agregación de la información a través de los precios tiene lugar en mercados suficientemente grandes. En ese caso cada agente individualmente considerado no tiene ninguna influencia sobre el precio.

Hellwig (1980) ha argumentado que “intuitivamente habría que esperar que el peso con el cual la información ( $\Omega_i$ ) del agente  $i$  afecta al precio de equilibrio debería depender de la magnitud de la reacción del agente  $i$  a esta información, la cual a su vez debería depender de sus preferencias”<sup>12</sup>.

En general la importancia de la información privada será mayor cuanto menor sea el coeficiente de aversión al riesgo del agente que la posee (por ejemplo, si la información interna acerca del aumento de los beneficios de una empresa es percibida simultáneamente por dos agentes, uno de los cuales es casi neutral frente al riesgo, y el otro es muy averso al riesgo, el primero reaccionará probablemente adquiriendo un número elevado de acciones de la empresa, mientras que la reacción del segundo será casi insignificante).

En el marco de mercados suficientemente grandes este argumento implica en primer lugar que la información es reflejada en el precio sólo si la misma es *compartida* por un número suficientemente elevado de agentes, puesto que la información de un solo individuo no afecta al precio ni a su contenido informativo en esos mercados. En efecto, dicha información es filtrada y desechada como “ruido”, por lo que no afecta al vector de precios de equilibrio.

Este resultados permite una interpretación alternativa de la incon-

12. *Ibíd.*, p. 477. Sarris (1984) muestra que en general la información suministrada por los mercados de futuros tiende a aumentar la elasticidad de la curva de oferta de los agentes que participan en el mercado y a reducir de ese modo la varianza del precio de la mercancía objeto de intercambio.

sistencia entre un EER y la existencia de mercados informacionalmente eficientes. Si los precios reflejasen plenamente la información disponible ello implicaría que el vector de información del mercado es común para todos los agentes. En esa circunstancia no existirían diferencias informacionales y en consecuencia el tamaño de los mercados especulativos sería muy reducido<sup>13</sup>.

Una segunda implicación, estudiada por Diamond y Rothschild (1978) es que en la medida en que el comportamiento medio de los agentes es neutral frente al riesgo, los agentes reaccionarán drásticamente ante pequeños cambios en la información suministrada por el sistema de precios. Si pequeños cambios en los precios conducen a grandes cambios en la estructura de información de los agentes las funciones de demanda pueden ser discontinuas y un EER puede no existir.

Supongamos que todos los agentes tienen funciones de utilidad idénticas. Si todos los agentes estuvieran informados acerca del estado de la naturaleza y si los riesgos que afectan a la economía son individuales y se distribuyen normalmente, entonces el vector de precios relativos de equilibrio es el mismo en cada uno de los estados, es decir, el exceso de demanda agregada es el mismo en cada estado.

Si por el contrario existen diferencias informacionales entre los agentes económicos sólo los agentes informados conocen el valor de su restricción presupuestaria.

Supongamos que existen dos estados de naturaleza posibles caracterizados por las realizaciones  $u_1$ ,  $u_2$  de la variable aleatoria  $\tilde{u}$  (correlacionada con el shock de demanda  $\tilde{\epsilon}$ ).

Si  $P_1 = P_2$  los precios no revelan ninguna información sobre los estados de la naturaleza y los agentes no informados toman las mismas decisiones de demanda en cada uno de los estados. Por el contrario, si  $P_1 \neq P_2$  los agentes reconocen el estado de naturaleza y condicionan sus demandas a esta información.

Es fácil demostrar que este modelo carece de un EER. Si  $P_1 \neq P_2$  todos los agentes de la economía están informados acerca del estado de la naturaleza. Por tanto el mismo precio de equilibrio se obtiene en ambos estados. Luego  $P_1 = P_2$ , lo que contradice el supuesto de que  $P_1 \neq P_2$ .

$$\text{Si } P_1 = P_2, D_1^N(P) = D_2^N(P) = D^N(P), \text{ para todo } P,^{14} \quad (12)$$

Si  $P_1 = P_2$  los agentes informados conocen el valor de su restricción presupuestaria en cada uno de los estados y por tanto, para la mayoría

13. Conclusión avanzada por Grossman y Stiglitz (1980), p. 403.

14. Donde  $D_h^N$  es la demanda de bienes del agente  $h$  en el estado de naturaleza  $u$ , siendo  $h=I, N$ , donde  $I$  representa a los agentes informados y  $N$  al grupo de los no informados.

de las funciones de utilidad:

$$D_1^I(P) \neq D_2^I(P), \text{ para todo } P \quad (13)$$

Sin embargo si  $P_1 = P_2 = P^*$  es el precio de equilibrio en ambos estados de naturaleza, tendremos:

$$D_1^I(P^*) + D^N(P^*) = D_2^I(P^*) + D^N(P^*) = 0 \quad (14)$$

lo que contradice (12) y (13) y permite concluir que el EER no existe.

En general, sin embargo, un EER existirá. Si modificamos ligeramente la estructura de la economía permitiendo que el exceso de demanda agregada sea, en general, diferente para cada estado de naturaleza, las fluctuaciones en los precios de equilibrio ( $P_1 \neq P_2$ ) garantizarían la existencia de un EER si existe un conjunto finito de estados de naturaleza<sup>15</sup>.

#### CONSIDERACIONES FINALES

La metodología de la HER proporciona un marco analítico adecuado para evaluar la eficiencia informacional del sistema de precios. La existencia de incertidumbre se puede formalizar en términos de un proceso estocástico estacionario que describe las distribuciones de probabilidad de los shocks que afectan a la economía. En este marco un equilibrio con ER es consistente con la posibilidad de fracasos en la coordinación macroeconómica.

Un equilibrio con ER es un equilibrio secuencia caracterizado porque las innovaciones corrientes en la información disponible en el período  $t$  si bien generan precios de equilibrio que *vacían los mercados en el período*  $t + 1$ , afectan a las reglas de decisión de los agentes en dicho período y, por tanto, al estado de la economía en el período siguiente. Por lo tanto los mercados nunca se ajustan plenamente —en esto consiste esencialmente el carácter dinámico de los modelos con ER— y los precios no reflejan plenamente la información poseída por los individuos informados.

En los modelos walrasianos de equilibrio competitivo se supone implícitamente la existencia de certidumbre perfecta sobre los precios

15. Ver a este respecto, Radner (1979). Sin embargo, si tanto los precios de equilibrio como los estados de naturaleza varían continuamente un EER puede no existir, como ha demostrado Green (1977).

futuros de equilibrio (dado el ajuste continuo de los precios realizado por el subastador). En ese caso, aún desconociendo las dotaciones iniciales de los recursos y las preferencias individuales, el mercado asigna eficientemente los recursos a través del mecanismo de la igualación de las relaciones marginales de sustitución de los agentes. Por tanto nadie trata de aprender nada de los precios puesto que no hay nada que aprender.

Sin embargo, es posible considerar los cambios inducidos en la estructura informacional de los agentes por la observación de  $P^F$ . Las decisiones de cada individuo dependen en ese caso de las de los otros agentes económicos. Si la observación de  $P^F$  cambia la estructura de información de los agentes (dado que las estimaciones sobre las estrategias de los otros agentes forman parte del conjunto de información de cada individuo) los modelos de equilibrio walrasianos son deficientes. Estos modelos están contruidos sobre la base de que las decisiones de los agentes se toman exclusivamente en función de la información disponible acerca de sus preferencias y su tecnología y de que, *por tanto*, los individuos ignoran la información transmitida por  $P^F$ . Las implicaciones de estos modelos a la luz de la HER son claras: los individuos revisarán sus estrategias al cambiar la información disponible y establecerán nuevos contratos a la vista de  $P^F$ , lo que contradice los supuestos iniciales de los modelos walrasianos. Por tanto, "el equilibrio walrasiano no sólo conduce a asignaciones ineficientes bajo información asimétrica, sino que también es un mal modelo positivo de equilibrio"<sup>16</sup>.

Por el contrario, un EER está constituido por un vector de precios  $P^*$  que tiene la propiedad de que cuando las demandas de los agentes están condicionadas a la información disponible los planes de producción y consumo de los individuos se satisfacen plenamente. Es decir, una vez anunciado u observado  $P^*$  no hay ningún incentivo para el establecimiento de nuevos contratos inducido por dicha observación. Lucas (1972) considera esta propiedad como la característica esencial de un EER.

Los modelos de equilibrio competitivo con ER incorporan un subastador más sofisticado que el tradicional subastador walrasiano. Sin embargo la existencia de un subastador "racional" reduce los incentivos para la adquisición de información de los agentes privados y aumenta la probabilidad de que estos incentivos estén dirigidos a la adquisición de información inadecuada desde el punto de vista social<sup>17</sup>. En circunstan-

16. Véase Grossman (1981), p. 549.

17. Si el subastador es tan eficiente que reduce la incertidumbre a la "incertidumbre tecnológica" —es decir, a la incertidumbre de cada agente con respecto a sus dotaciones de recursos y oportunidades productivas—, las diferencias informacionales de los agentes pueden conducir a situaciones en las que el coste marginal privado de adquirir información exceda el valor social de la misma —Hirshleifer (1971)—. Sin embargo este resultado limite es en general irrelevante en el contexto de los modelos considerados.

cias ideales —costes nulos de información y transacción—, la capacidad de  $P^F$  de agregar perfectamente toda la información relevante conduce a la destrucción del mercado: el subastador se convierte entonces en un “espía” al servicios de los “free riders”.

En presencia de costes de transacción y de información costosa los precios transmiten solamente aquella información que es compartida por un número suficientemente grande de agentes. Tales costes limitan la creación de mercados de futuros y dificultan la realización de las transacciones (al reducir la liquidez de los bienes o activos intercambiados), impidiendo la transformación de la distribución de los precios en un precio para cada bien en cada uno de los estados de naturaleza.

A pesar de la sofisticada naturaleza con que en estos modelos se dota al subastador, su existencia no asegura la eficiencia informacional del equilibrio competitivo. Por ejemplo, si abandonamos el supuesto de que el coeficiente de aversión al riesgo es constante y suponemos que depende del nivel de renta o riqueza individual, el mismo valor de  $P^F$  puede corresponder a diferentes valores de  $\tilde{Q}$  y  $\tilde{P}_f$ . Por ejemplo,  $P^F$  puede ser relativamente elevado como consecuencia de un reducido nivel de  $Q$ ; pero también como consecuencia de un alto valor de  $Q$  que reduzca el coeficiente de aversión al riesgo de los agentes haciendo que estos vendan una proporción inferior de su output en el mercado de futuros. Si el comportamiento de los agentes no es homogéneo la capacidad de  $P^F$  para agregar información puede verse drásticamente reducida.

Un planificador central siempre puede hacer algo que está fuera del alcance del subastador: puede regular los mercados de futuros con el fin de reducir los costes de transacción de los participantes en dicho mercado; puede intervenir con el propósito de reducir la volatilidad “excesiva” de los precios; puede mejorar la cantidad y la calidad de la información suministrada a los agentes; puede, incluso, desestabilizar el mercado con el fin de obtener un conocimiento más preciso de su estructura. Sin embargo, dados los elevados requisitos informacionales necesarios para que la intervención sea eficiente su eficacia es seriamente cuestionable en la práctica.

En cuanto a la valoración de los modelos considerados anteriormente, una crítica generalizable incluso a los modelos más sofisticados es que aún continúan proporcionando mecanismos demasiado simples para mostrar la existencia de un equilibrio con ER. En este sentido, estos modelos son demasiado susceptibles de ser adecuados a cualquier intuición mantenida *a priori* por los constructores del modelo<sup>18</sup>, por lo que la mayor virtud que se puede atribuir a los mismos es su capacidad

18. Véase a este respecto, Milgrom (1981).

para formalizar ideas preexistentes en torno al papel de los precios en los mercados competitivos.

## APENDICE

### *El modelo de dos períodos*

Consideremos un mercado competitivo en el que participan un gran número de agentes, cada uno de los cuales dispone de información privada acerca de su nivel de output (una realización  $q_i$  de la variable aleatoria  $\tilde{q}_i$ ), pero desconoce el nivel de output agregado  $Q$ , lo que le impide conocer con certeza el precio de equilibrio del período siguiente  $P_f$ .

En estas circunstancias las fluctuaciones de los precios dan lugar a fluctuaciones en la renta de los agentes. Si estos son aversos al riesgo estarán interesados en la creación de un mercado de futuros que reduzca el riesgo de tales fluctuaciones. Además de brindar protección frente al riesgo el mercado de futuros permite el intercambio de información y por tanto el desarrollo de actividades puramente especulativas.

Si  $x_i$  representa la cantidad del bien vendida en el mercado de futuros por el individuo  $i$  a un precio  $P^F$ , la renta del agente será:

$$\tilde{y}_i = \tilde{P}_f \cdot q_i - (P^F - \tilde{P}_f) \cdot x_i \quad (A-1)$$

En un EER cada agente realiza una predicción de la distribución de los precios condicionada a toda la información disponible y elige la cantidad  $x_i^*$  que maximiza su utilidad esperada.

La función de utilidad del individuo representativo es:

$$U(y_i) = -\exp(-A_i \cdot y_i) \quad (A-2)$$

donde  $A_i$  es el coeficiente de aversión (absoluta) al riesgo de Arrow-Pratt:

$$A_i = -U''(y_i) / U'(y_i), \quad A_i > 0$$

que se supone constante.

Suponiendo que la distribución condicionada de  $\tilde{P}_f$  es normal, también lo será la distribución condicionada de  $\tilde{y}_i$ . En este caso,

$$E[U(\tilde{y}_i)/q_i] = -\exp \left\{ -A_i \left[ E(\tilde{y}_i/q_i) - \frac{A_i}{2} \text{VAR}(\tilde{y}_i/q_i) \right] \right\}$$

Por tanto el problema de maximización de  $E(U(\tilde{y}_i)/(q_i))$  es equivalente al de la maximización de la expresión:

$$E(\tilde{y}_i/q_i) - \frac{A_i}{2} \text{VAR}(\tilde{y}_i/q_i) \quad (\text{A-3})$$

Maximizando dicha expresión con respecto a  $x_i$  teniendo en cuenta (A-1) obtenemos:

$$X_i^* = q_i + \frac{P^F - E(\tilde{P}_f/q_i)}{A_i \cdot \text{VAR}(\tilde{P}_f/q_i)} \quad (\text{A-4})$$

Los especuladores hacen frente al riesgo a cambio de una compensación igual a  $E(P_f/q_i) - P^F$ . Los productores están dispuestos a pagar esta prima de riesgo a cambio de evitar fluctuaciones en sus niveles de renta. El mercado de futuros se construye sobre esta base, dada la diferencia existente en las expectativas de los agentes que participan en el mercado.

El equilibrio en el mercado de futuros se alcanza cuando el exceso de demanda en dicho mercado es cero; es decir:

$$\sum_{i=1}^N x_i^* = 0$$

Por tanto:

$$Q^* = \sum_{i=1}^N \frac{E(\tilde{P}_f/q_i) - P_O^F(Q^*)}{A_i \cdot \text{VAR}(\tilde{P}_f/q_i)} \quad (\text{A-5})$$

Suponiendo que  $\tilde{Q}$  y  $\tilde{q}_i$  se distribuyen normal y conjuntamente el precio de futuros resulta ser una función lineal del nivel de output. Llamemos a esta solución  $P_O^F(Q^*)$ . Bajo los supuestos del modelo,  $P^F$  es un *estadístico suficiente* de  $P^f$ , es decir,  $P^F$  agrega (y revela) perfectamente la información privada de los agentes que participan en el mercado (véase Grossman, 1976).

En este modelo los agentes condicionan sus decisiones exclusiva-



mente a su información privada. El subastador realiza su proceso de tanteo hasta que se alcanza el equilibrio.

Sin embargo este *equilibrio walrasiano* diferirá en general de un EER. El problema reside en que  $Q^*$  es una realización de la variable aleatoria  $\tilde{Q}$ . Los agentes racionales observan la distribución conjunta de  $P^F(\tilde{Q})$  y  $\tilde{P}_f$  y una vez conocida actúan del modo siguiente. En cada período esperarán a que el subastador determine el precio  $P^F_O(Q^*)$ . En ese momento utilizarán la información suministrada por el precio de futuros —invirtiendo la función  $P^F_O(Q^*)$ — para aprender algo más acerca de  $\tilde{P}_f$ . Pero a la vista de la nueva información modificarán sus demandas, impidiendo que  $P^F_O(Q^*)$  sea el precio de equilibrio. Es decir, la expresión (A-5) refleja la existencia de predicción perfecta. Por tanto en un contexto de incertidumbre esa solución diferirá, en general, de la correspondiente a un EER:

$$Q^* = \sum_{i=1}^N \frac{E[\tilde{P}_f/q_i, \hat{P}^F(Q^*)] - \hat{P}^F(Q^*)}{A_i \cdot \text{VAR}[\tilde{P}_f/q_i, P^F(Q^*)]} \quad (\text{A-6})$$

donde  $\hat{P}^F(Q^*)$  es un equilibrio con expectativas autoconsistentes: si los agentes creen que los precios están generados por la ecuación (A-6) actuarán de forma tal que el mercado reproducirá la solución de equilibrio  $\hat{P}^F(Q^*)$ .

Es decir, en un EER el subastador presenta un elevado grado de sofisticación: permite que los agentes aprendan de los precios y que reconsideren sus decisiones a la vista de dicha información. El proceso de tanteo solo se detiene cuando se alcanza el precio que satisface la ecuación de equilibrio:  $\hat{P}^F(Q^*)$  es un punto fijo de dicho proceso.

El mercado será eficiente si el EER coincide con el equilibrio alcanzado en una *economía artificial* en la que los agentes realizan una predicción perfecta; es decir, en la que se verifica:

$$Q^* = \sum_{i=1}^N \frac{E(\tilde{P}_f/Q^*) - \hat{P}^F(Q^*)}{A_i \cdot \text{VAR}(\tilde{P}_f/Q^*)} \quad (\text{A-7})$$

Este resultado implica que el subastador racional es capaz de alcanzar una situación final de equilibrio en que todos los agentes poseen la misma información, a partir de una situación inicial caracterizada por la

existencia de asimetrías en la información poseída por los agentes.

Sin embargo el modelo no proporciona ningún mecanismo que permite al subastador encontrar el precio de equilibrio de futuros  $\hat{P}^F$  que satisface las ecuaciones (A-6) y (A-7) a partir del conjunto de información  $q_1 \dots q_N$ . Por lo tanto el precio del segundo período  $\hat{P}_f$  es una variable aleatoria de naturaleza exógena. Esto implica que cualquier precio seleccionado al azar por el subastador será considerado como el precio de equilibrio, y las actuaciones de los agentes reproducirán dicho precio a través de un mecanismo de expectativas autoconsistentes. Entonces cualquier precio es un precio de equilibrio y tanto  $\tilde{P}^F$  como  $\hat{P}^F$  pueden ser precios de equilibrio<sup>19</sup>. Por consiguiente el resultado de Grossman acerca de la unicidad del EER es irrelevante. El subastador elimina los precios de desequilibrio, pero al hacerlo elimina también el proceso de tanteo. Como el vector de precios de equilibrio es indeterminado el conjunto de información contenido en los precios no está bien definido. Por lo tanto un EER es siempre un equilibrio con imperfecta información.

En los modelos en los que la anticipación de los valores futuros de las variables endógenas afectan a los valores corrientes existe una infinidad de soluciones bajo el supuesto de ER: La endogeneidad de las expectativas conduce a la indeterminación de los precios de equilibrio. A continuación mostraremos que este resultado es independiente del número de períodos considerados en el modelo.

### Generalización a $T$ períodos

La ecuación (A-6) puede expresarse como:

$$Q_t^* = \sum_{i=1}^N \frac{E[\tilde{P}_{t+1}/q_{it}, P_t(Q_t^*) - P_t(Q_t^*)]}{A_i \cdot \text{VAR}[\tilde{P}_{t+1}/q_{it}, P_t(Q_t^*)]} \quad (\text{A-8})$$

19. El teorema 2 de Grossman (1976) puede enunciarse en el contexto de nuestro modelo, de la forma siguiente: Si  $\hat{P}^F(Q^*)$  es un equilibrio, y  $\tilde{P}^F(Q^*) = H(\hat{P}^F(Q^*))$ , donde  $H(\cdot)$  es una función estrictamente monótona (y no es una relación de identidad), entonces  $\tilde{P}^F(Q^*)$  no es un equilibrio. La prueba es inmediata a partir de la expresión (A-6). Por tanto, el EER es único, ya que no pueden existir dos precios de equilibrio que revelen la misma información (la demostración del teorema supone que los precios son funciones lineales de  $Q^*$ ).

donde, en la medida en que el mercado es eficiente:

$$E [\tilde{P}_{t+1}/q_{it}, P_t(Q_t^*)] = E [\tilde{P}_{t+1}/Q_t^*]$$

$$y \quad \text{VAR} [\tilde{P}_{t+1}/q_{it}, P_t(Q_t^*)] = \text{VAR} [\tilde{P}_{t+1}/Q_t^*]$$

Es decir,

$$P_t = E [\tilde{P}_{t+1}/Q_t^*] - \frac{1}{C} \cdot Q_t^* \quad (\text{A-9})$$

donde,  $C = \sum_{i=1}^N c_i$

$$c_i = \frac{1}{A_i \cdot \text{VAR} (\tilde{P}_{t+1}/Q_t^*)}$$

ya que la varianza condicionada es estacionaria si todas las variables aleatorias del modelo se distribuyen normalmente.

La expectativa condicionada de  $\tilde{P}_t$  es, teniendo en cuenta la expresión anterior, la ecuación en diferencias de primer orden,

$$E [\tilde{P}_t/Q_t^*] = E [\tilde{P}_{t+1}/Q_t^*] - \frac{1}{C} \cdot Q_t^* \quad (\text{A-10})$$

cuya solución "forward", haciendo uso de la *ley de proyecciones iterativas*, es

$$E [\tilde{P}_t/Q_t^*] = E [\tilde{P}_{t+T}/Q_t^*] - \frac{1}{C} \sum_{j=0}^{T-1} E [Q_{t+j}/Q_t^*] \quad (\text{A-11})$$

Es decir, hay tantas soluciones que satisfacen esta ecuación como valores de  $E(\tilde{P}_{t+T}/Q_t^*)$  existan. Por tanto el vector de precios esperados es indeterminado en ausencia de una condición terminal que fije exógenamente el valor de  $E(\tilde{P}_{t+T}/Q_t^*)$ .

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, B. (1981): *Generic Existence of Equilibria for Economies with Uncertainty when Prices Convey Information*. *Econometrica*, 49, pp. 1173-1199.
- BRAY, M. (1981): *Futures trading, rational expectations and the efficient markets hypothesis*, *Econometrica*, 49, pp. 575-96.
- DIAMOND, P. Y POTHSCCHILD, M. (1978): *Comment*, en DIAMOND, P. y ROTHSCCHILD, M. (eds.) *Uncertainty in Economics*. Academic Press, Nueva York, pp. 205-7.
- FAMA, E.F. (1970): *Efficient capital markets: a review of theory and empirical work*, *Journal of Finance*, 25, pp. 383-417.
- FUTIA, C. (1981): *Rational expectations in linear models*, *Econometrica*, 49, pp. 171-92.
- GRANDMONT, J.M. (1977): *Temporary General Equilibrium Theory*, *Econometrica*, 45 (3), pp. 535-72.
- GREEN, J. (1977): *The nonexistence of informational equilibria*, *Review of Economic Studies*, 44, pp. 451-64.
- GROSSMAN, S.J. (1976): *On efficiency of competitive stock markets when traders have diverse information*, *Journal of Finance*, 31, pp. 573-85.
- GROSSMAN, S.J. (1977): *The existence of futures markets, noisy rational expectations, and informational externalities*, *Review of Economic Studies*, 64, pp. 431-9.
- GROSSMAN, S.J. (1978): *Further results on the informational efficiency of competitive stocks markets*, *Journal of Economics Theory*, 18, pp. 81-101.
- GROSSMAN, S.J. (1981): *An Introduction to the Theory of Rational Expectations Under Asymmetric Information*, *Review of Economic Studies*, 48, pp. 541-559.
- GROSSMAN, S.J. Y SHILLER, R. (1981): *The Determinants of the Variability of Stocks Prices*, *American Economic Review*, 71 71, pp. 222-227.
- GROSSMAN, S.J. Y STIGLITZ, J.E. (1976): *Information and competitive price systems*, *American Economic Review*, 66, pp. 246-53.
- HAYEK, F.H. (1945): *The Use of Knowledge in Society*, *American Economic Review*, 35, pp. 519-30.
- HELLWIG, M.F. (1980): *On the Aggregation of Information in Competitive Markets*, *Journal of Economic Theory*, 22, pp. 477-498.
- HICKS, J.R. (1939): *Value and Capital*, Clarendon Press.
- HIRSHLEIFER, J. (1971): *The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity*, *American Economic Review*, 61, pp. 561-574.
- HOWITT, P. (1984): *Information and Coordination: A Review Article*, *Economic Inquiry*, vol. XXII, pp. 429-46.
- JORDAN, J.S. (1983): *On the Efficient Market Hypothesis*, *Econometrica*, vol. 51, nº 5, pp. 1325-1343.
- KEYNES, J.M. (1936): *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Macmillan.
- LUCAS, R.E., Jr. (1972): *Expectations and the neutrality of money*, *Journal of Economic Theory*, 4, pp. 103-24.

- MILGROM, P.R. (1981): *Rational Expectations, Information Acquisition and Competitive Binding*, *Econometrica*, 49, (4), pp. 921-943.
- MUTH, J.F. (1961): *Rational expectations and the theory of price movements*, *Econometrica*, 29, pp. 315-35.
- RADNER, R. (1968): *Competitive Equilibrium under Uncertainty*, *Econometrica*, 36 (1), pp. 31-58.
- RADNER, R. (1972): *Existence of Equilibrium in Plans, Prices, and Price Expectations in a Sequence of Markets*, *Econometrica*, 40 (2), pp. 289-303.
- RADNER, R. (1979): *Rational Expectation Equilibrium: Generic Existence and the Information Revealed by Price*, *Econometrica*, 47 (3), pp. 655-678.
- SARRIS, A.H. (1984): *Speculative Storage, Futures Markets, and the Stability of Commodity Prices*, *Economic Inquiry*, Vol. XXII, pp. 80-97.
- SVENSSON, L.E. (1981): *Efficiency and Speculation in a Model with Price-Contingent Contracts*, *Econometrica*, 49 (1), 131-148.
- TURNOVSKY, S.J. (1983): *The Determination of Spot and Future Prices with Storable Commodities*, *Econometrica*, 51 (5), pp. 1363-87.